

ЛЕКЦИЯ 13

ПЛАН ЛЕКЦИИ

1. Современная научная картина мира.

КОМПЕТЕНЦИИ

1. Знать, понимать и любить физику и естественные науки.
2. Уметь применять аналитические формулы (и численные методы) для решения задач.
3. Уметь выполнить физические измерения и оценить погрешность.
4. Уметь отличить лженауку от науки.
5. Быть просвещенными людьми. Уметь понимать следующий слайд.

2. Физика выполняет общеобразовательную функцию.



Альфред Нобель

9 минут назад

Го вечером ко мне. Кто как?



Вернер Гейзенберг

Хз, не определился пока

7 минут назад



Карл Гаусс

О, норм идея!

5 минут назад



Исаак Ньютон

Чет сил нет после работы(

четыре минуты назад



Альберт Эйнштейн

Я относительно свободен

четыре минуты назад



Сади Карно

Ваще идеально!

четыре минуты назад



Мария Кюри

А Гейгер будет? Хотела с ним потрещать

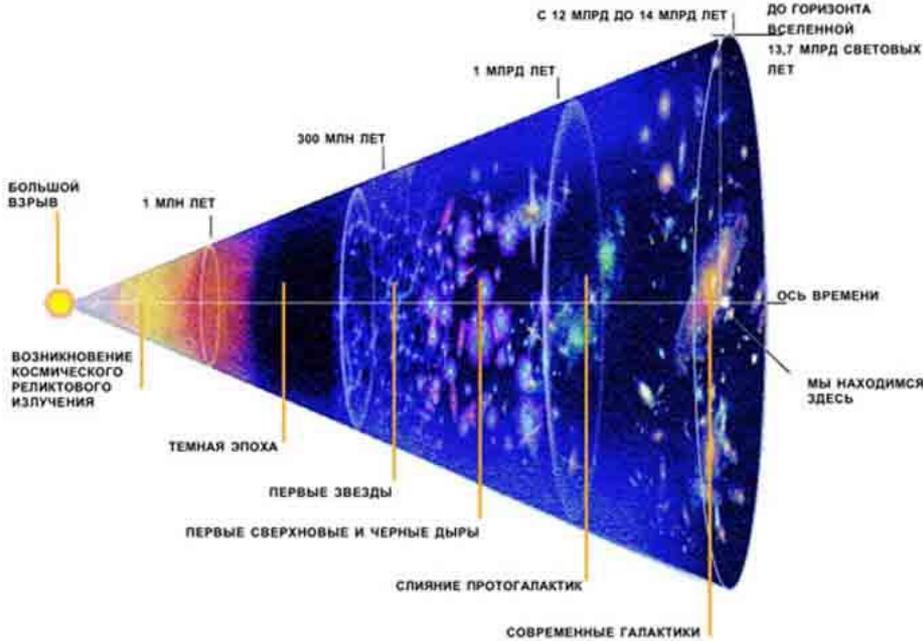
четыре минуты назад

ВОЗНИКНОВЕНИЕ ВСЕЛЕННОЙ

Креационизм



Большой взрыв



Креационизм

Креационизм (от лат. *creatio, creationis* — творение) — теологическая и мировоззренческая концепция, согласно которой основные формы органического мира (жизнь), человечество, планета Земля, а также мир в целом, рассматриваются как непосредственно созданные Творцом или Богом.

Креационистские концепции варьируют от чисто религиозных до претендующих на научность. Такие направления, как «научный креационизм» и появившаяся в середине 1990-х годов нео-креационистская концепция «Разумного замысла» (англ. *Intelligent design*), утверждают, что имеют научное основание. Однако, научным сообществом эти концепции признаны псевдонаучными, поскольку противоречат научным данным, а также не соответствуют критериям *верифицируемости*, *фальсифицируемости* и *принципу Оккама*.



КОМИССИЯ ПО БОРЬБЕ С ЛЖЕНАУКОЙ И ФАЛЬСИФИКАЦИЕЙ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ при Президиуме Российской академии наук



Мониторинг лженауки

научные тренды в России

конференции по противодействию лженауке на
включим краткий обзор тенденций,
последние годы на российском лженаучном



Общая физика. ЭЛЕМЕНТЫ КВАНТ

Критерий верифицируемости

Критерий, сформулированный логическими позитивистами в 20-х годах XX века очень прост. В соответствии с ним научными можно считать лишь те высказывания, которые доступны *эмпирической проверке*, то есть могут быть оценены при помощи фактов как истинные или ложные.

Бритва Оккама (лезвие Оккама)

методологический принцип, получивший название от имени английского монаха-францисканца, философа-номиналиста Уильяма Оккама (англ. *Ockham*, *Ossat*; ок. 1285—1349). В кратком виде он гласит: «*Не следует множить сущее без необходимости*» (либо «*Не следует привлекать новые сущности без крайней на то необходимости*»).

Критерий фальсифицируемости

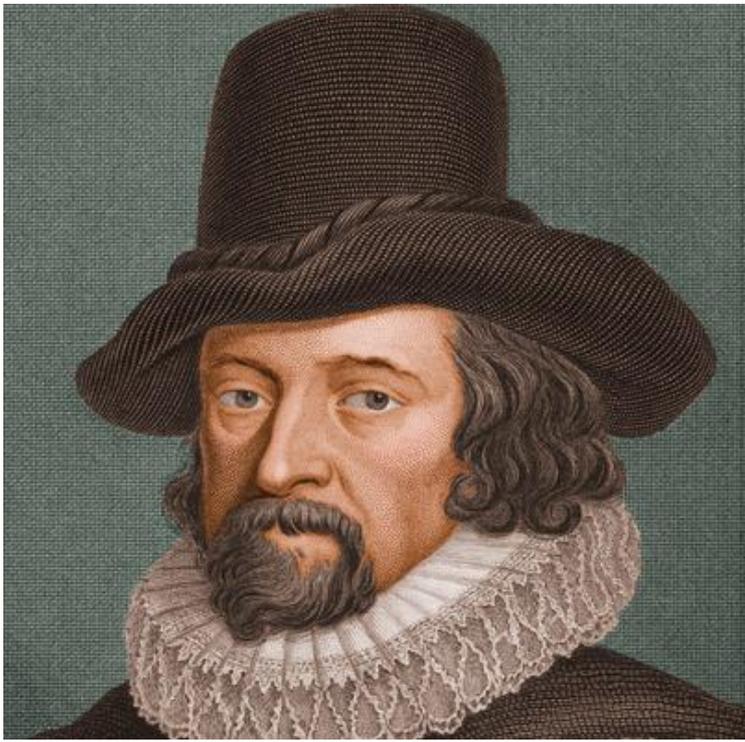
Критерий Поппера — критерий научности эмпирической теории, сформулированный Карлом Поппером в 1935 году. Теория удовлетворяет критерию Поппера (является *фальсифицируемой* и, соответственно, научной) в том случае, если существует методологическая возможность её опровержения путём постановки того или иного эксперимента, даже если такой эксперимент ещё не был поставлен.

Иначе говоря, согласно критерию Поппера, — *научная теория не может быть принципиально непроверяемой*. Тем самым, согласно этой доктрине, решается проблема демаркации — отделения научного знания от ненаучного.

Научный метод

Совокупность основных способов и методов решения задач с целью получения новых знаний, обобщения и углубления понимания совокупности фактов и теорий в любой области науки.

Научный метод включает способы *исследования явлений, систематизацию, корректировку новых и полученных ранее знаний*. Умозаключения и выводы делаются с помощью правил и принципов рассуждений на основе эмпирических (наблюдаемых и измеряемых) данных об объекте. Для объяснения наблюдаемых фактов выдвигаются *гипотезы* и строятся *теории*, на основании которых формулируются выводы и предположения. Полученные прогнозы *проверяются экспериментом* или сбором новых фактов. Основной стороной научного метода, независимо от вида науки, является требование к *объективности*, исключающее субъективный подход толкования результатов, независимо от уровня и авторитета учёного.

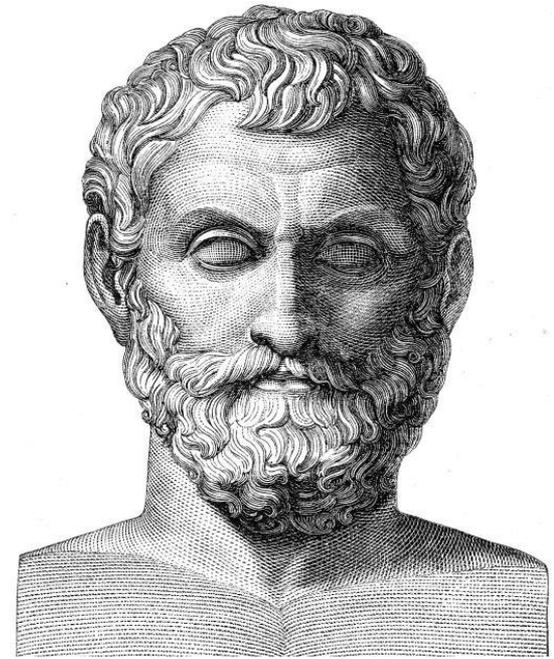


«Knowledge itself is power»
(«Знание — сила»).

Френсис Бэкон

(англ. *Francis Bacon*, 1561 — 1626 г.)

Английский философ, историк, политический деятель, основоположник эмпиризма. Один из основателей *научного метода*.



Фалес (640 — 548 до н. э.) — древнегреческий философ и математик из Милета (Малая Азия). Представитель ионической натурфилософии и основатель милетской школы, с которой начинается история европейской науки.

ВОЗНИКНОВЕНИЕ ВСЕЛЕННОЙ

Большой взрыв

По современным представлениям, наблюдаемая нами сейчас Вселенная возникла 13.7 ± 0.13 млрд лет назад из некоторого начального сингулярного состояния с гигантскими температурой и плотностью и с тех пор непрерывно расширяется и охлаждается. В последнее время ученым удалось определить, что скорость расширения Вселенной, начиная с определённого момента в прошлом, постоянно увеличивается (ускоренное расширение Вселенной), что уточняет некоторые концепции теории Большого взрыва. Современная стандартная модель развития Вселенной в физической космологии учитывает эти модификации. Но сейчас нельзя точно сказать как Вселенная возникла.

ВОЗНИКНОВЕНИЕ ВСЕЛЕННОЙ. ИСТОРИЯ БОЛЬШОГО ВЗРЫВА

Кафедра физики

1916 — вышла в свет работа Альберта Эйнштейна «Основы общей теории относительности», которой он завершил создание релятивистской теории гравитации.

1922 — советский математик и геофизик Александр Фридман нашёл нестационарные решения гравитационного уравнения Эйнштейна и предсказал расширение Вселенной. У Фридмана возникло предположение, что и в самом начале её развития также лежит взрывной процесс — Большой взрыв.

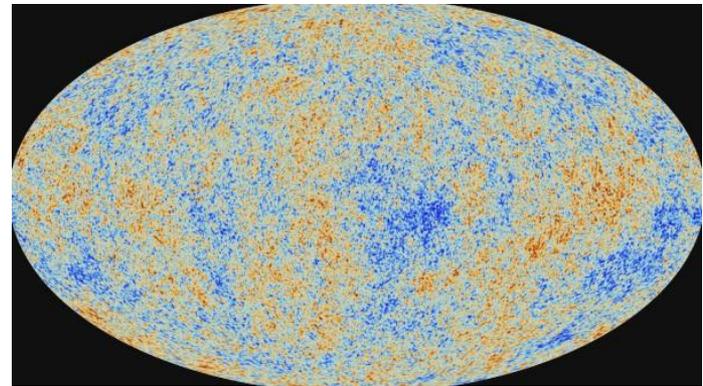
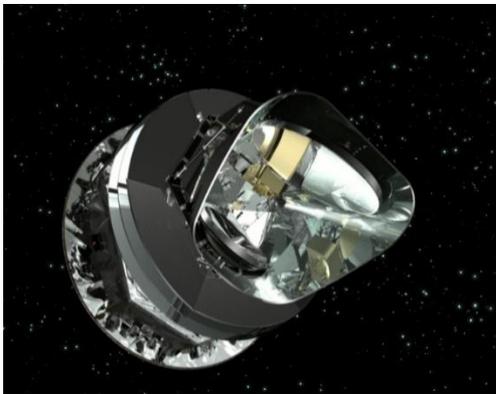
1929 — выход статей Хьюмасона и Хаббла, показавших чёткую линейную зависимость скорости космических объектов от расстояния, по праву называющуюся теперь законом Хаббла.

1948 — выходит работа Георгий Гамова о «горячей вселенной», построенная на теории расширяющейся вселенной Фридмана. По Фридману, вначале был взрыв. Он произошёл одновременно и повсюду во Вселенной, заполнив пространство очень плотным веществом, из которого через миллиарды лет образовались наблюдаемые тела Вселенной. Гамов добавил к этому, что первичное вещество мира было не только очень плотным, но и очень горячим. Самым эффектным результатом этой теории стало предсказание космического фона излучения. Электромагнитное излучение должно было, по законам термодинамики, существовать вместе с горячим веществом в «горячую» эпоху ранней Вселенной. При общем расширении мира оно сохраняется — только сильно охлаждённым. В 1950 году Гамов объявил, что скорее всего температура космического излучения составляет примерно 3 К (2.72548 К – измеренное значение).

ВОЗНИКНОВЕНИЕ ВСЕЛЕННОЙ. ИСТОРИЯ БОЛЬШОГО ВЗРЫВА

1964 — американские радиоастрономы А. Пензиас и Р. Вилсон открыли космический фон излучения и измерили его температуру: и она оказалась равной именно 3 К. Теория Гамова была полностью подтверждена. В настоящее время это излучение носит название реликтового; термин ввёл советский астрофизик И. С. Шкловский.

2009 — спутник Планк с высокой степенью точности измеряет анизотропию реликтового излучения. Полученная информация подтвердила инфляционную теорию. С высокой точностью был установлен возраст Вселенной и распределение по массам различных видов материи (барионная материя — 4.9 %, тёмная материя — 26.8 %, тёмная энергия — 68.3 %).



Космическая обсерватория Планк Карта анизотропии реликтового излучения

ВОЗНИКНОВЕНИЕ ВСЕЛЕННОЙ. БОЛЬШОЙ ВЗРЫВ

- Наблюдаемая Вселенная возникла 13.7 ± 0.13 млрд лет назад из некоторого начального «сингулярного» состояния и с тех пор непрерывно расширяется и охлаждается.
- Наиболее ранним моментом считается момент Планковской эпохи с температурой примерно 10^{32} К (*Планковская температура*) и плотностью около 10^{93} г/см³ (*Планковская плотность*).
- Ранняя Вселенная представляла собой высокооднородную и изотропную среду с необычайно высокой плотностью энергии, температурой и давлением. В результате расширения и охлаждения во Вселенной произошли фазовые переходы, аналогичные конденсации жидкости из газа, но применительно к элементарным частицам.

ВОЗНИКНОВЕНИЕ ВСЕЛЕННОЙ. БОЛЬШОЙ ВЗРЫВ

- Приблизительно через 10^{-35} секунд после наступления Планковской эпохи (*Планковское время* — 10^{-43} секунд после Большого взрыва, в это время гравитационное взаимодействие отделилось от остальных фундаментальных взаимодействий) фазовый переход вызвал экспоненциальное расширение Вселенной. Данный период получил название *Космической инфляции*.
- После окончания этого периода строительный материал Вселенной представлял собой *кварк-глюонную плазму*. По прошествии некоторого времени температура упала до значений, при которых стал возможен следующий фазовый переход - *бариогенезис*. На этом этапе *кварки* и *глюоны* объединились в *барионы*, такие как *протоны* и *нейтроны*. При этом одновременно происходило **асимметричное образование как материи, которая превалировала, так и антиматерии, которые взаимно аннигилировали, превращаясь в излучение.**

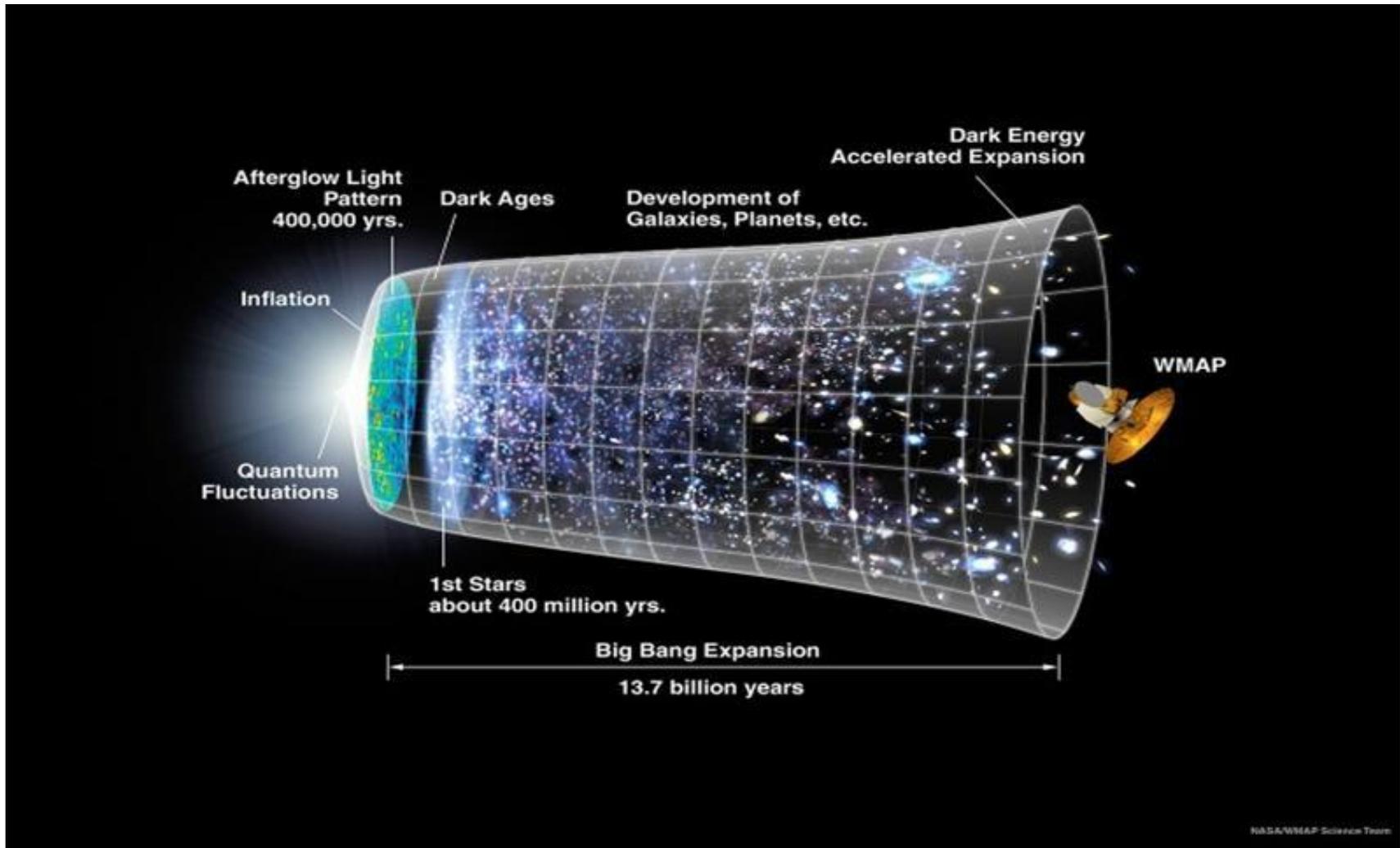
ВОЗНИКНОВЕНИЕ ВСЕЛЕННОЙ. БОЛЬШОЙ ВЗРЫВ

- После наступила эпоха *нуклеосинтеза*, при которой протоны, объединяясь с нейтронами, образовали ядра водорода и гелия.

Через 380 тысяч лет после Большого взрыва температура снизилась настолько, что стало возможным существование атомов *водорода* (до этого процессы *ионизации* и *рекомбинации* протонов с *электронами* находились в равновесии).

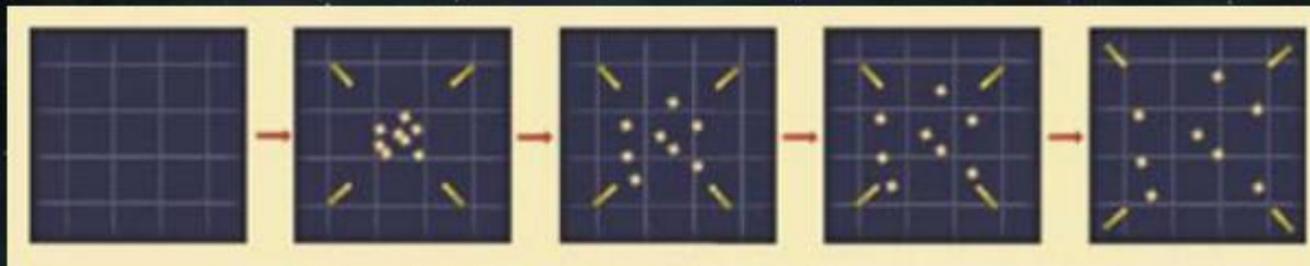
- После эры рекомбинации материя стала *прозрачной для излучения*, которое, свободно распространяясь в пространстве, дошло до нас в виде *реликтового излучения*.

ВОЗНИКНОВЕНИЕ ВСЕЛЕННОЙ. БОЛЬШОЙ ВЗРЫВ

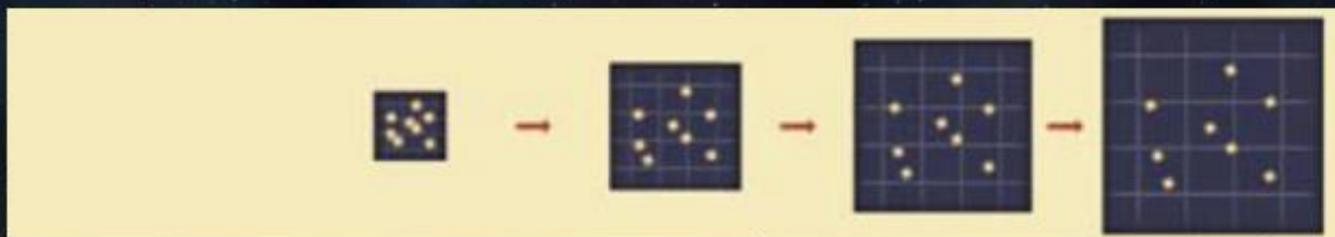


На что был похож Большой взрыв?

- **НЕВЕРНО:** Вселенная родилась тогда, когда вещество, подобно бомбе, взорвалось в определенном месте. Давление было высоким в центре и низким в окружающей пустоте, что и вызвало разлет вещества



- **ВЕРНО:** Это был взрыв самого пространства, который привел вещество в движение. Наше пространство и время возникло в Большом взрыве и начало расширяться. Нигде не было центра, т.к. условия всюду были одинаковыми, никакого перепада давления, характерного для обычного взрыва, не было.



Конечный вид эволюционной цепи зависит от скорости и ускорения расширения: при равномерной или почти равномерной скорости расширения будут пройдены все этапы эволюции и будут исчерпаны все запасы энергии. Этот вариант развития называется *тепловой смертью*.

Если скорость будет всё нарастать, то, начиная с определённого момента, сила, расширяющая Вселенную, сначала превысит гравитационные силы, удерживающие галактики в скоплениях. За ними распадутся галактики и звёздные скопления. И, наконец, последними распадутся наиболее тесно связанные звёздные системы. Спустя некоторое время, электромагнитные силы не смогут удерживать от распада планеты и более мелкие объекты. Мир вновь будет существовать в виде отдельных атомов. На следующем этапе распадутся и отдельные атомы. Что последует за этим, точно сказать невозможно: на этом этапе перестает работать современная физика (*большой разрыв*).

ДАЛЬНЕЙШАЯ ЭВОЛЮЦИЯ ВСЕЛЕННОЙ

- Существует и противоположный сценарий — *Большое сжатие*. Если расширение Вселенной замедляется, то в будущем оно прекратится и начнётся сжатие.
- Все скопления во Вселенной образуют единое мегаскопление
- Вселенная будет представлять собой одну огромную галактику.
- Состояние Вселенной будет похоже на то, что было в первые моменты её зарождения.
- Дальнейшие события будут напоминать те, что происходили в начале, но промотанные в обратном порядке: атомы распадаются на атомные ядра и электроны, начинает доминировать излучение, потом начинают распадаться атомные ядра на протоны и нейтроны, затем распадаются и сами протоны и нейтроны на отдельные кварки, происходит великое объединение. В этот момент, как и в момент Большого взрыва, перестают работать известные нам законы физики и дальнейшую судьбу Вселенной предсказать невозможно.

Темная энергия и судьба Вселенной

БУДУЩЕЕ

В ближайшем будущем доминируют такие предсказуемые явления, как столкновения галактик. Но окончательно судьба нашей Вселенной зависит от того, будет ли темная энергия и впредь ускорять расширение. Возможны четыре основных варианта будущего.

20 млрд лет
Наша Галактика столкнется с галактикой Андромеда

А Ускорение закончится, и Вселенная будет вечно расширяться

100 трлн лет.
Догорят последние звезды

В Ускорение продолжится

30 млрд лет. Космическое одиночество: космологическое ускорение удалит все окружающие галактики за горизонт видимости; исчезнут все признаки Большого взрыва

С Ускорение усилится

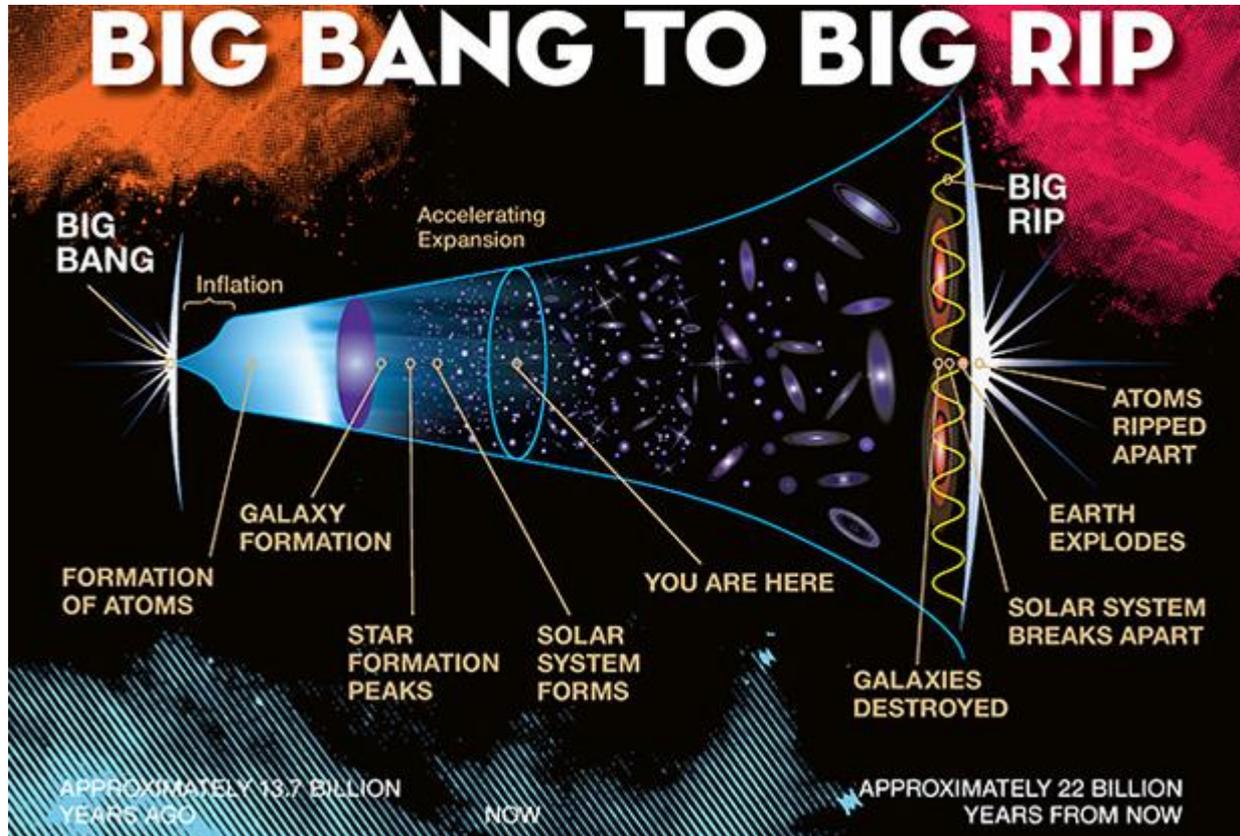
50 млрд лет.
Большой разрыв: темная энергия разорвет на части все структуры — от сверхскоплений до атомов

Д Ускорение сменится быстрым замедлением и коллапсом

30 млрд лет.
Большое схлопывание, вслед за которым, возможно, последует новый большой взрыв в их вечном круговороте

(к следующему циклу)

ДАЛЬНЕЙШАЯ ЭВОЛЮЦИЯ ВСЕЛЕННОЙ



При однородном (свойства не зависят от местоположения) и изотропном (свойства не зависят от направления) расширении Вселенной, которое наблюдается в настоящее время, уравнение состояния Вселенной обычно определяется как отношение давления темной энергии к ее плотности, выраженное (в специальной системе единиц измерения) безразмерным параметром w . Его величина и определяет эволюцию Вселенной.

В настоящее время не известно, чему равна эта величина. В случае, если w меньше минус единицы, оказывается справедливой гипотеза Большого разрыва. Согласно ней, Вселенная прекратит свое существование в результате ускоренного расширения, которое приведет к распаду материи. В этой модели наблюдатель, оказавшийся в таком прекращающем свое существование мире, будет замечать распад материи вплоть до масштабов применимости современных законов физики элементарных частиц.

«Состав» Вселенной

$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2} g_{\mu\nu} R - \Lambda g_{\mu\nu} = -\frac{8\pi G}{c^4} T_{\mu\nu} \quad \text{Уравнение Эйнштейна}$$



Что из себя представляет темная материя – остается загадкой для современной физики.

Темная энергия – тоже малоисследованный объект.

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

Качественно различающиеся типы взаимодействия элементарных частиц и составленных из них тел. На сегодня достоверно известно существование четырёх фундаментальных взаимодействий (не считая поля Хиггса):

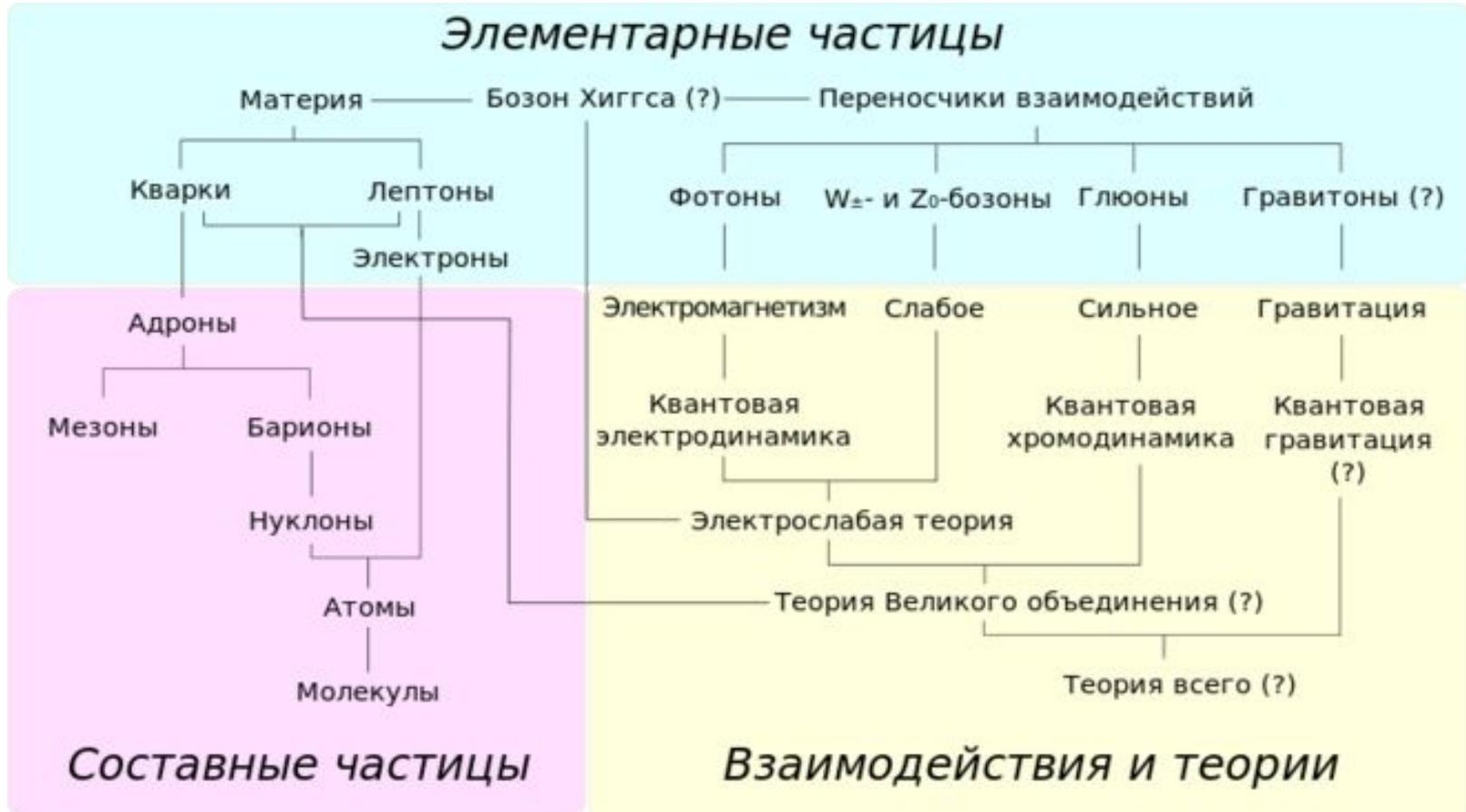
Гравитационное взаимодействие.

Электромагнитное взаимодействие.

Сильное взаимодействие.

Слабое взаимодействие.

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ



ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

Взаимодействие	Текущее описание теорией	Заряд	Частица-переносчик	Относительная сила	Зависимость от расстояния	Радиус воздействия (м)
Гравитация	Общая теория относительности (ОТО)	Масса	Гравитон (гипотетич.)	1	$1/r^2$	∞
Слабое	Теория электрослабого взаимодействия (ТЭВ)	Слабый изоспин	W^+ W^- Z^0 бозоны	10^{25}		10^{-18}
Электромагнитное	Квантовая электродинамика (КЭД)	Электрический заряд	Фотон	10^{36}	$1/r^2$	∞
Сильное	Квантовая хромодинамика (КХД)	Цветной заряд	Глюон	10^{38}	1	10^{-15}

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

Гравитация (притяжение, всемирное тяготение, тяготение) (от лат. *gravitas* — «тяжесть») — универсальное фундаментальное взаимодействие между всеми материальными телами. В приближении малых скоростей и слабого гравитационного взаимодействия описывается теорией тяготения Ньютона, в общем случае описывается общей теорией относительности Эйнштейна.

Гравитация является самым слабым из четырёх типов фундаментальных взаимодействий. В квантовом пределе гравитационное взаимодействие должно описываться квантовой теорией гравитации, которая ещё полностью не разработана.

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

Electricity and magnetism is all around us. We have electric lights, electric clocks. We have microphones, calculators, televisions, VCRs, radio, computers. Light itself is an electromagnetic phenomenon as radio waves are. The colors of the rainbow in the blue sky are there because of electricity.

And I will teach you about that in this course. Cars, planes, trains can only run because of electricity. Horses need electricity because muscle contractions require electricity. Your nerve system is driven by electricity. Atoms, molecule, all chemical reactions exist because of electricity. You could not see without electricity. Your heart would not beat without electricity. And you could not even think without electricity, though I realize that even *with* electricity some of you may have a problem with that.

Walter Lewin, professor of the Massachusetts Institute of Technology (MIT)

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

Электричество и магнетизм всюду вокруг нас. У нас есть электрические фонарики, электрические часы. У нас есть микрофоны, калькуляторы, телевизоры, видеаки, радио, компьютеры. Свет сам по себе есть электромагнитное явление, также как и радиоволны. Цвета радуги на голубом небе возникают благодаря электричеству.

И я буду учить вас электромагнетизму в этом семестре. Машины, самолеты, поезда могут двигаться только благодаря электричеству. Лошадям нужно электричество, т.к. оно необходимо для сокращения мускулов. Ваша нервная система работает на электричестве. Атомы, молекулы, все химические реакции существуют благодаря электричеству. Вы не смогли бы видеть без электричества. Ваше сердце не смогло бы биться без электричества. И вы даже не смогли бы мыслить без электричества, хотя как я вижу даже с электричеством у некоторых из вас есть с этим проблемы.

Волтер Лювин, профессор физики в Массачусетском технологическом институте.

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

Электромагнитное взаимодействие — одно из четырёх фундаментальных взаимодействий. Электромагнитное взаимодействие существует между частицами, обладающими электрическим зарядом. С современной точки зрения электромагнитное взаимодействие между заряженными частицами осуществляется не прямо, а только посредством электромагнитного поля.

С точки зрения *квантовой теории поля* электромагнитное взаимодействие переносится безмассовым бозоном — фотоном (частицей, которую можно представить как квантовое возбуждение электромагнитного поля). Сам фотон электрическим зарядом не обладает, а значит не может непосредственно взаимодействовать с другими фотонами. Электромагнитное взаимодействие отличается от *слабого* и *сильного* взаимодействия своим дальнодействующим характером — сила взаимодействия между двумя зарядами спадает только как вторая степень расстояния. По такому же закону спадает с расстоянием *гравитационное взаимодействие*. Электромагнитное взаимодействие заряженных частиц намного сильнее гравитационного, и единственная причина, по которой электромагнитное взаимодействие не проявляется с большой силой в космических масштабах — электрическая нейтральность материи, то есть наличие в каждой области Вселенной с высокой степенью точности равных количеств положительных и отрицательных зарядов.

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

Сильное ядерное взаимодействие (*цветовое взаимодействие, ядерное взаимодействие*) — одно из четырёх фундаментальных взаимодействий в физике. В сильном взаимодействии участвуют кварки и глюоны и составленные из них частицы, называемые адронами (барионы и мезоны). Оно действует в масштабах порядка размера атомного ядра и менее, отвечая за связь между кварками в адронах и за притяжение между нуклонами (разновидность барионов — протоны и нейтроны) в ядрах.

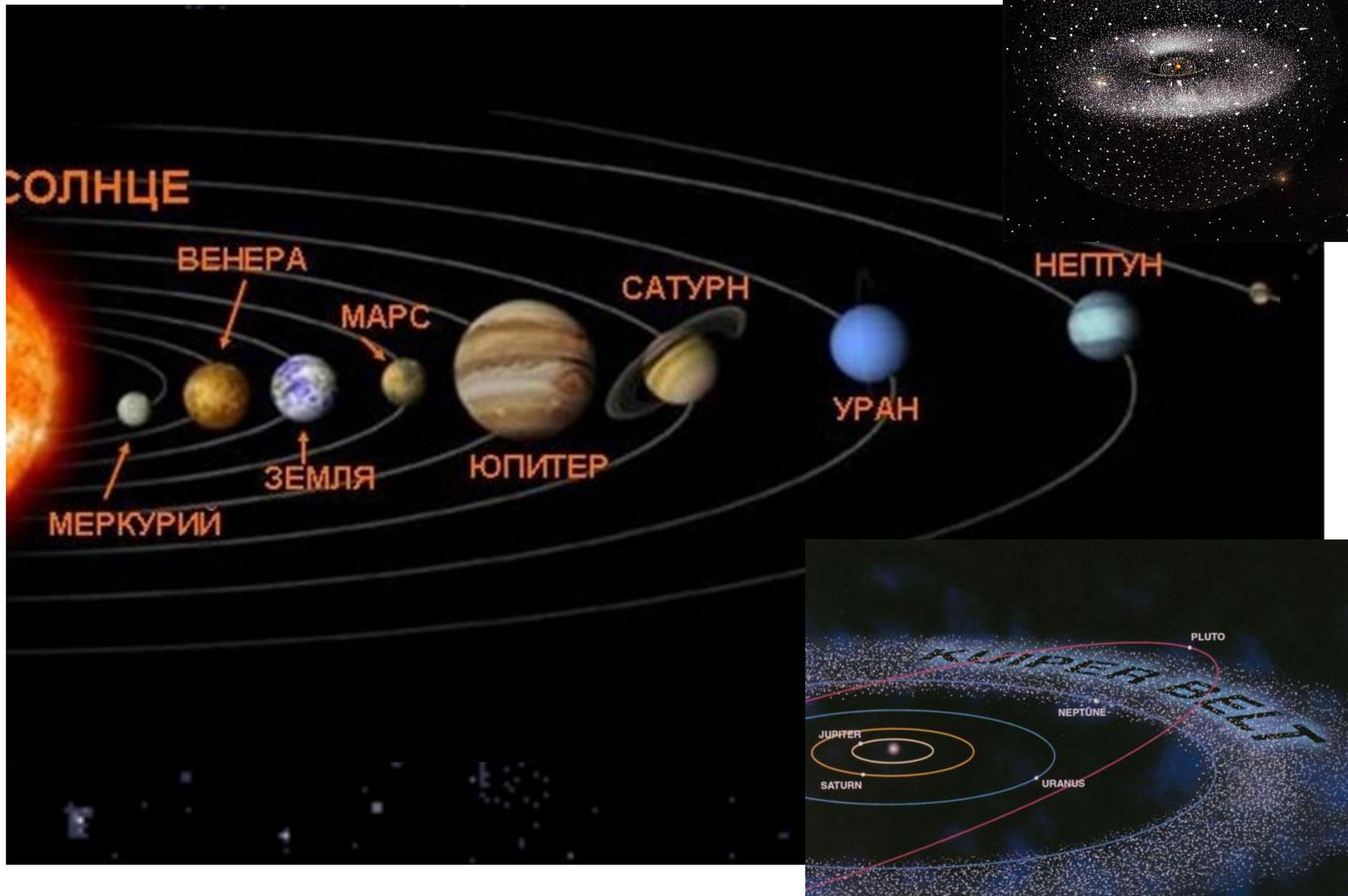
ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

Слабое взаимодействие, или **слабое ядерное взаимодействие**, — одно из четырёх фундаментальных взаимодействий в природе. Оно ответственно, в частности, за бета-распад ядра. Это взаимодействие называется слабым, поскольку два других взаимодействия, значимые для ядерной физики (сильное и электромагнитное), характеризуются значительно большей интенсивностью. Однако оно значительно сильнее четвёртого из фундаментальных взаимодействий, гравитационного.

Слабое взаимодействие является короткодействующим — оно проявляется на расстояниях, значительно меньших размера атомного ядра (характерный радиус взаимодействия 10^{-18} м).

Стандартная модель физики элементарных частиц описывает электромагнитное взаимодействие и слабое взаимодействие как разные проявления единого электрослабого взаимодействия, теорию которого разработали около 1968 года Ш. Глэшоу, А. Салам и С. Вайнберг. За эту работу они получили Нобелевскую премию по физике за 1979 год.

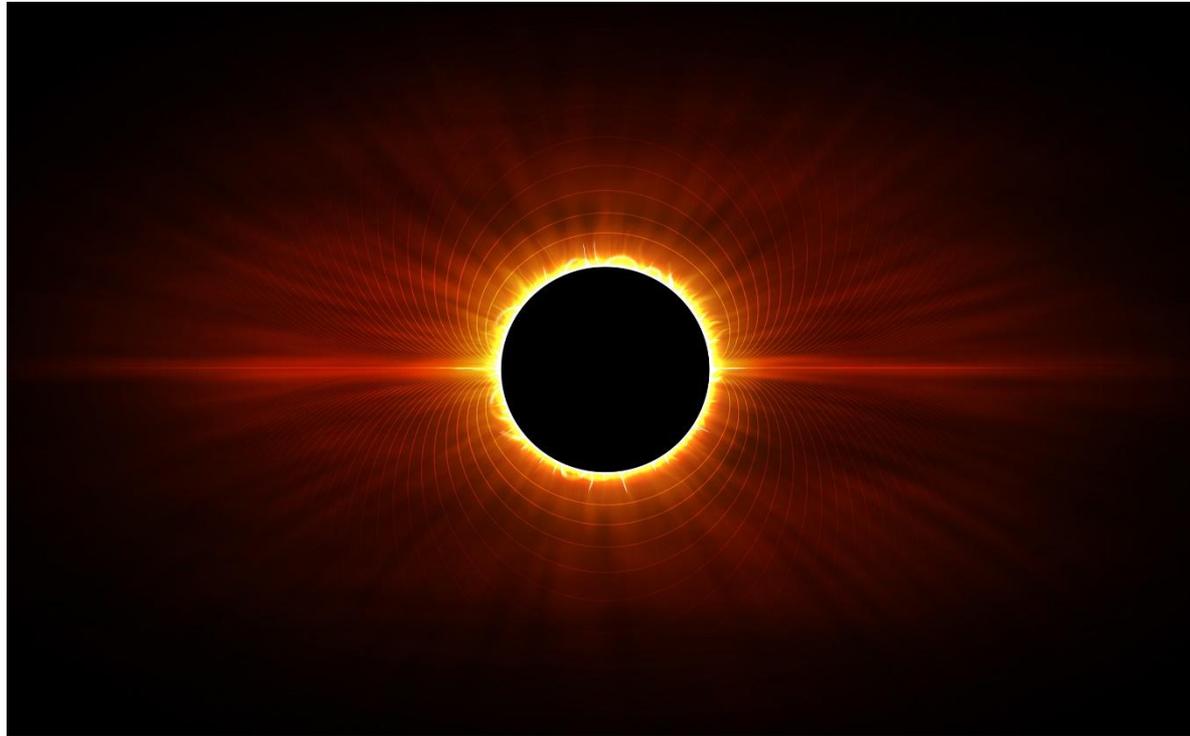
СОЛНЕЧНАЯ СИСТЕМА



ЗАГАДКИ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

1. Температура короны Солнца.

Температура короны достигает 10^6 К. Фотосфера - «всего» $6 \cdot 10^3$ К.



ЗАГАДКИ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

2. Тунгусский метеорит - гипотетическое тело, вероятно, кометного происхождения, которое, предположительно, послужило причиной воздушного взрыва, произошедшего в районе реки Подкаменной Тунгуски (примерно 60 км к северу и 20 км к западу от села Ванавара) 17 (30) июня 1908 года в 7 часов $14,5 \pm 0,8$ минут по местному времени. Мощность взрыва оценивается в 40—50 мегатонн, что соответствует энергии самой мощной из взорванных водородных бомб. По другим оценкам, мощность взрыва соответствует 10—15 мегатоннам.



ЗАГАДКИ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

3. Пояс Койпера. Этот астрономический объект изучен довольно давно. Только вот ученым не дает покоя, почему он так внезапно заканчивается? Поясом Койпера называют большое скопление астероидов, расположенных в Солнечной системе дальше Нептуна. Они образуют своеобразное кольцо вокруг нашей звезды. Именно в поясе Койпера и была найдена в свое время карликовая планета Плутон. Остается непонятным, почему в поясе число объектов на расстоянии в 50 а.е. неожиданно уменьшается. Это довольно странно, ведь по всем признакам с удалением от Солнца число объектов должно только увеличиваться. В числе теорий есть и довольно любопытная, согласно которой такое поведение объясняет существование некой неизвестной большой планеты. Именно она и притягивает к себе объекты. Планете даже дали имя Нибиру или же Планета X.

ЗАГАДКИ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

Учёные Калифорнийского технологического института Майкл Браун и Константин Батыгин в 2016 году высказали гипотезу о существовании Девятой планеты с массой многократно больше Земли, находящейся от Солнца в 20 раз дальше, чем Нептун. По мнению этих исследователей расположение орбит ряда объектов Пояса Койпера можно объяснить наличием массивного небесного тела. Их расчёты были опубликованы в январе 2016 года в *Astronomical Journal*, согласно им гипотетическая планета с массой порядка 10 земных является газовым гигантом и имеет период обращения примерно в 15 тысяч лет и необычно вытянутую эллиптическую орбиту. Новости о данном исследовании публиковались издателями *Nature* и *Science* и множеством непрофильных СМИ. Планируется проведение многолетнего поиска телескопами Subaru (Гавайи) и др.

ЗАГАДКИ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

4. Облако Оорта. Главным вопросом относительно этого объекта является то, что есть ли он вообще? Это, пожалуй, главная загадка нашей Солнечной системы. Ученые предположили существования облака лишь гипотетически, но этот участок Вселенной еще никто не увидел. По теориям тут формируются кометы с долгим периодом обращения. Ученые могут только предполагать, что облако Оорта находится на расстоянии в 50-100 тысяч а.е. от Солнца. Границы этого объекта лежат на самой окраине Солнечной системы. При этом миллиарды тел из облака являются привязанными гравитацией к Солнцу.

ЗАГАДКИ ВСЕЛЕННОЙ

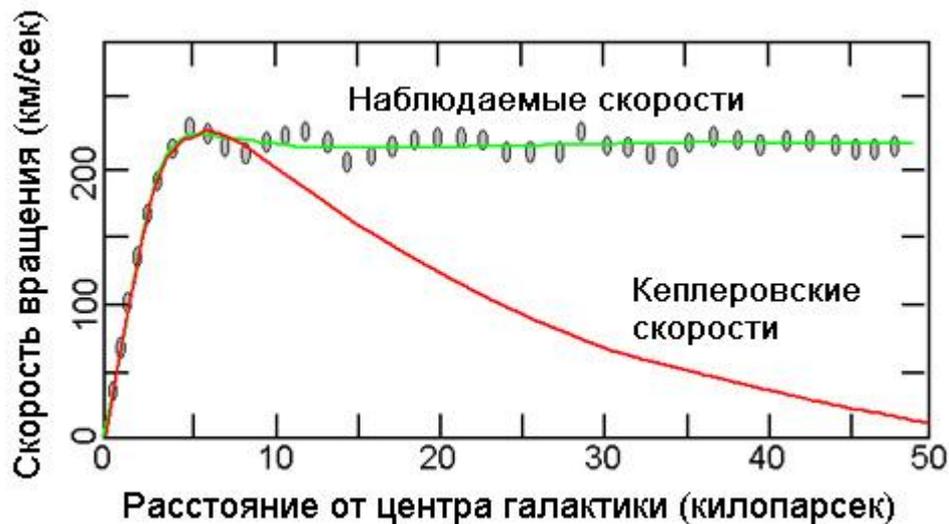
1. Асимметрия образования материи и антиматерии.

CP-нарушение — это несимметричность законов микромира относительно замены всех частиц на античастицы (C-преобразование) и одновременного отражения всех координатных осей (P-преобразование). Именно благодаря CP-нарушению во Вселенной вещество преобладает над антивеществом и, как следствие, существуют звезды, планеты и мы с вами.

2. Темная материя.

Для количественного объяснения наблюдаемых зависимостей скорости вращения от расстояния до центра галактик требуется, чтобы этого невидимого «чего-то» было примерно в 10 раз больше, чем обычного видимого вещества.

Это «нечто» получило название «темная материя» (по-английски «*dark matter*») и до сих пор остается самой интригующей загадкой в астрофизике.



ЗАГАДКИ ВСЕЛЕННОЙ

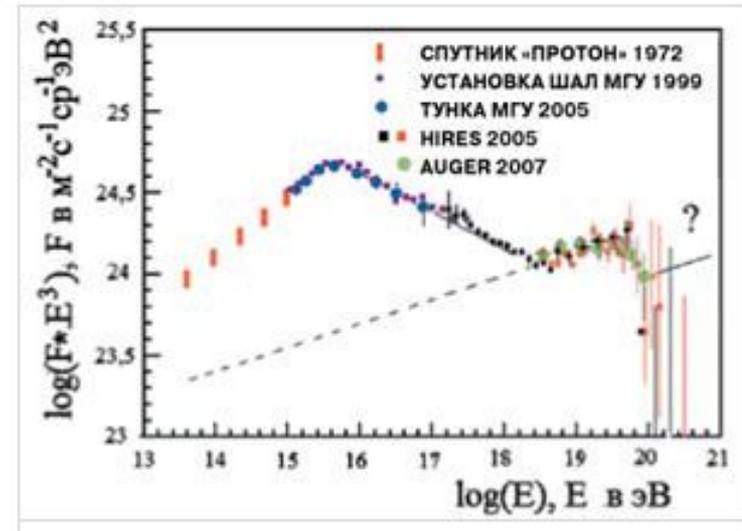
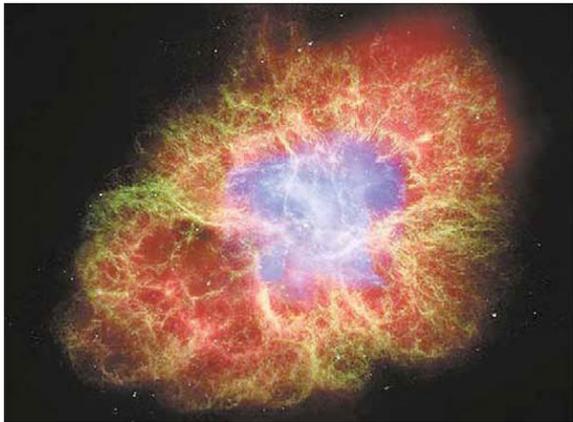
3. Темная энергия.

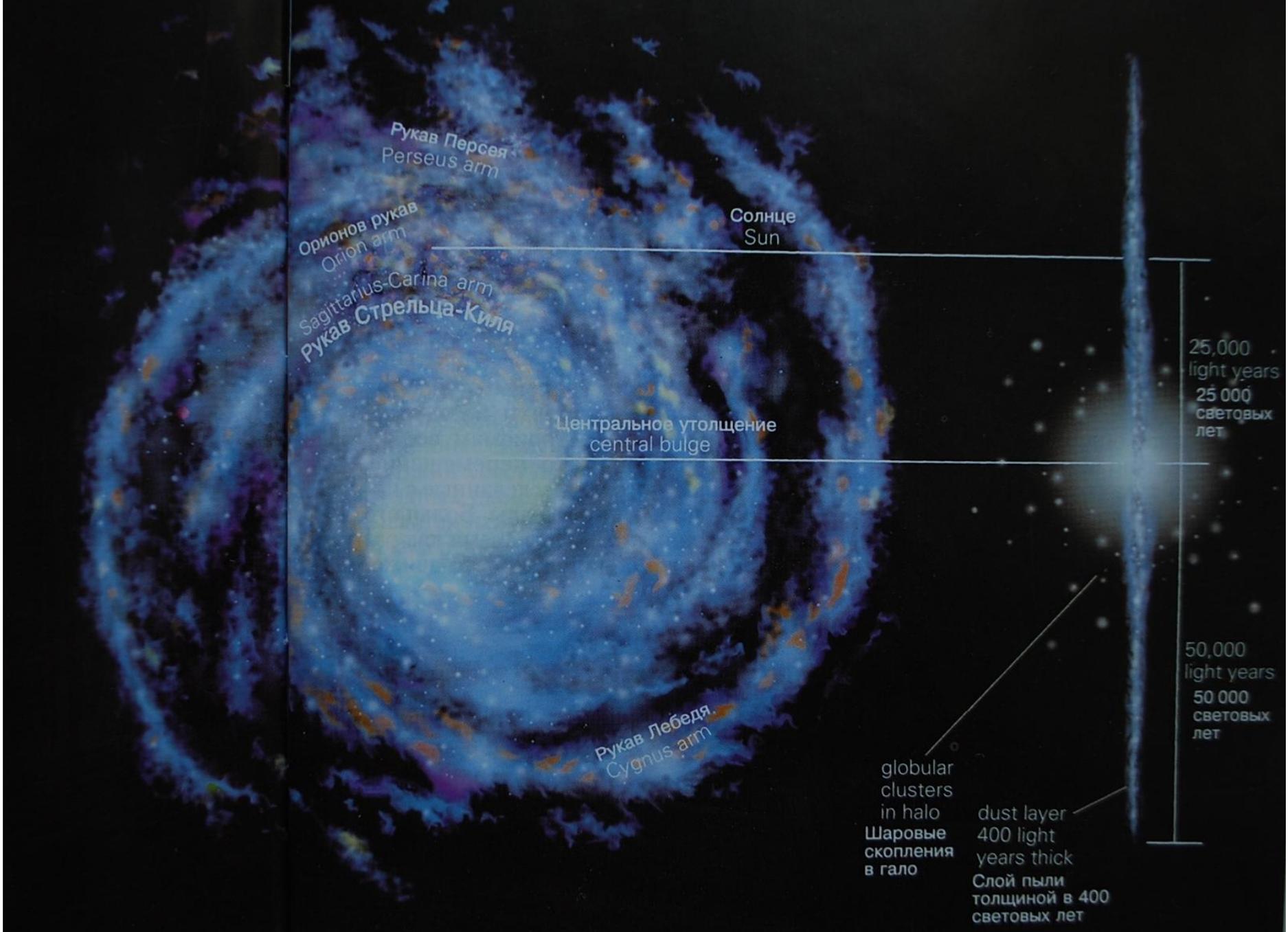
О темной энергии можно сказать еще меньше, чем о темной материи. Во-первых, она равномерно распределена по Вселенной, в отличие от обычного вещества и других форм темной материи. В галактиках и скоплениях галактик ее столько же, сколько вне их. Во-вторых, она обладает несколькими весьма странными свойствами, понять которые можно, лишь анализируя уравнения теории относительности и интерпретируя их решения. Например, темная энергия испытывает антигравитацию: за счет ее присутствия темп расширения Вселенной растет. Темная энергия как бы расталкивает саму себя, ускоряя при этом и разбегание обычной материи, собранной в галактиках. А еще темная энергия обладает отрицательным давлением, благодаря которому в веществе возникает сила, препятствующая его растяжению. Главный кандидат на роль темной энергии — вакуум.

ЗАГАДКИ ВСЕЛЕННОЙ

4. Космические лучи сверхвысоких энергий.

Откуда берутся частицы с энергией более 10^{20} эВ, то есть почти миллиард триллионов электронвольт, в миллион раз большей, чем будет получена в мощнейшем ускорителе — Большом адронном коллайдере? Какие силы и поля разгоняют частицы до таких чудовищных энергий?





Рукав Персея
Perseus arm

Орионов рукав
Orion arm

Sagittarius-Carina arm
Рукав Стрельца-Киля

Центральное утолщение
central bulge

Рукав Лебедя
Cygnus arm

Солнце
Sun

25,000
light years
25 000
световых
лет

50,000
light years
50 000
световых
лет

globular
clusters
in halo
Шаровые
скопления
в гало

dust layer
400 light
years thick
Слой пыли
толщиной в 400
световых лет

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА

- 1. Энергетические**
- 2. Информационные**
- 3. Экологические**

Решение Энергетических проблем человечества

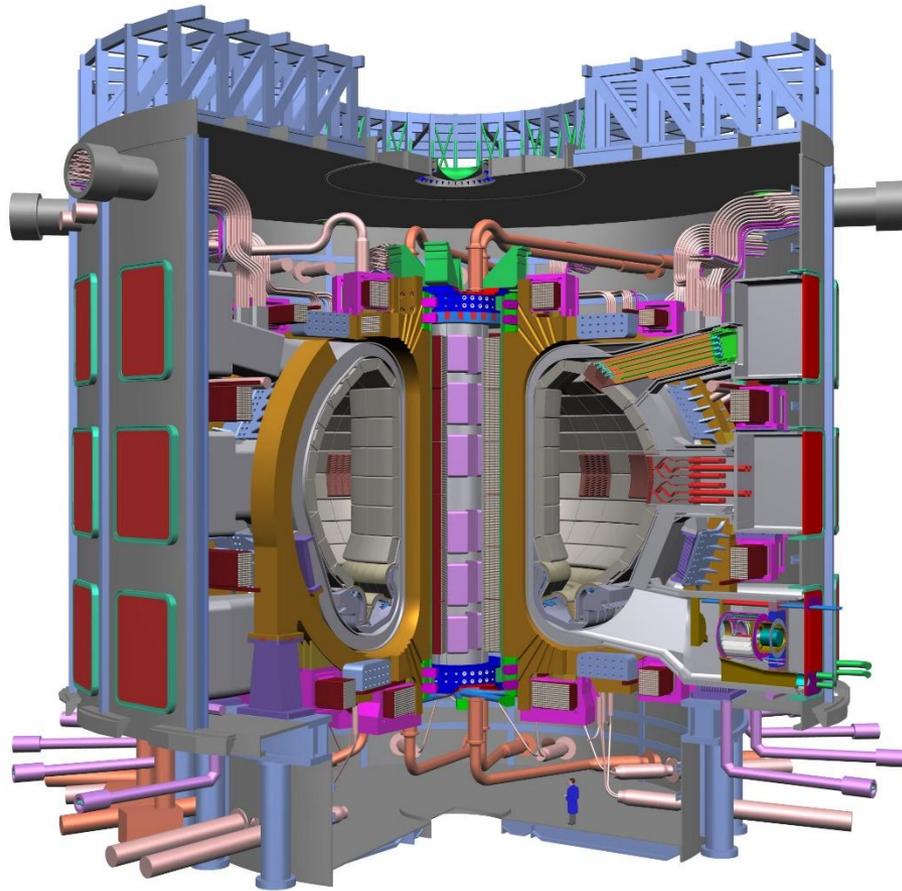
Кафедра физики

САМЫЙ БОЛЬШОЙ ЛАЗЕР В МИРЕ National Ignition Facility or NIF



- Facility the size of a football stadium
- 192 beams will deliver 1.8 million joules of energy and 500 trillion watts of power
- Total laser amplification factor of 3 million billion
- Close to an acre of precision optical surface area

Решение Энергетических проблем человечества



ИТЭР - проект международного экспериментального термоядерного реактора. Задача ИТЭР заключается в демонстрации возможности коммерческого использования термоядерного реактора и решении физических и технологических проблем, которые могут встретиться на этом пути.



Решение Информационных проблем человечества

Кафедра физики

Суперкомпьютер Тяньэ-2

3,1 млн ядер

33 квадриллиона операций в секунду

2016 г

Summit – IBM (США)

200 петафлопс,

2.28 млн. ядер

200 (122) тыс. трлн

вычислений в секунду

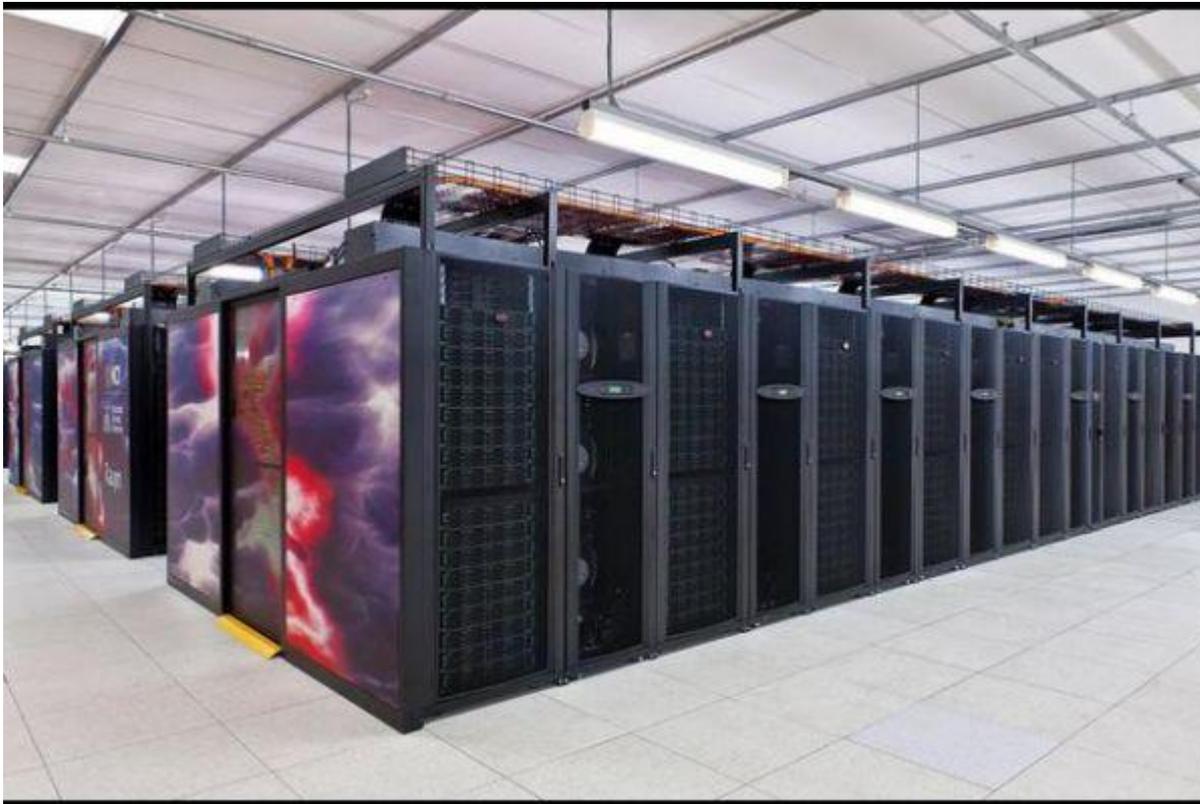
2018 г

Фугаку, Япония

442-537 петафлопс

2021 г

47

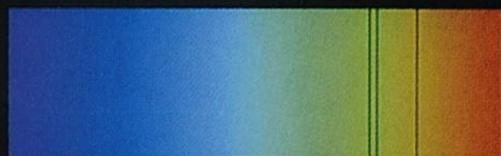


Решение Экологических проблем человечества

Кафедра физики



Как измеряют скорость объектов



Крабовидная туманность – остаток взрыва
Сверхновой 1054 года

Спасибо за внимание!

ОЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЮ ПОЧИТАТЬ

